



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 40 29 026 A 1

51 Int. Cl. 5:
F 16 C 3/00
F 16 H 53/02
F 16 C 3/10
B 23 K 9/028
B 23 K 20/12
F 01 L 1/04
B 23 P 13/00
// B23K 26/00,15/04

21 Aktenzeichen: P 40 29 026.3
22 Anmeldetag: 13. 9. 90
43 Offenlegungstag: 5. 3. 92

DE 40 29 026 A 1

30 Innere Priorität: 32 33 31

25.08.90 DE 40 26 980.9

71 Anmelder:

J. Wizemann GmbH u. Co, 7000 Stuttgart, DE

74 Vertreter:

Stellrecht, W., Dipl.-Ing. M.Sc.; Grießbach, D.,
Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Haecker, W., Dipl.-Phys.;
Böhme, U., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Beck, J.,
Dipl.-Phys.Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 7000 Stuttgart

72 Erfinder:

Wizemann, Kurt; Peppler, Peter, Dr.-Ing., 7000
Stuttgart, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Welle für Verbrennungsmotoren

57 Um eine Welle für Verbrennungsmotoren, insbesondere Nocken- oder Kurbelwellen, mit einem Funktionselemente aufweisenden Funktionsteil und einem an dem Funktionsteil gehaltenen Antriebsteil derart zu verbessern, daß das Antriebsteil mit beliebigen geometrischen Formen herstellbar ist, wird vorgeschlagen, daß das Antriebsteil und das Funktionsteil getrennte Teile sind und daß das Antriebsteil an dem Funktionsteil durch Schweißen angefügt ist.

DE 40 29 026 A 1

Die Erfindung betrifft eine Welle für Verbrennungsmotoren, insbesondere Nocken- oder Kurbelwellen, mit einem Funktionselemente aufweisenden Funktionsteil und einem an dem Funktionsteil gehaltenen Antriebsteil.

Des weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Herstellen einer Welle für Verbrennungsmotoren aus einem Funktionselemente aufweisenden Funktionsteil und einem an dem Funktionsteil gehaltenen Antriebsteil.

Bei den bekannten Wellen für Verbrennungsmotoren, wie beispielsweise Nocken- und Kurbelwellen, wird, wenn das Funktionsteil gegossen sein sollte, die gesamte Welle mitsamt dem Antriebsteil in einem Stück gegossen. Aufgrund der gießtechnischen Herstellung des Antriebsteils in einem Stück mit dem Funktionsteil kann die geometrische Form des Antriebsteils nicht frei gewählt werden, sondern ist den bei einem Gießverfahren üblichen Beschränkungen unterworfen. Darüberhinaus kann auch das Antriebsteil nicht in beliebiger Weise bearbeitet werden und somit ist auch durch die Bearbeitung die Möglichkeit, das Antriebsteil in gewünschten Formen auszubilden, eingeschränkt.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Welle der gattungsgemäßen Art sowie ein Herstellungsverfahren für eine derartige Welle derart zu verbessern, daß das Antriebsteil mit beliebigen geometrischen Formen herstellbar ist.

Diese Aufgabe wird bei einer Welle der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das Antriebsteil und das Funktionsteil getrennte Teile sind und daß das Antriebsteil an dem Funktionsteil durch Schweißen angefügt ist.

Die erfindungsgemäße Lösung hat den großen Vorteil, daß das Antriebsteil durch seine Herstellung getrennt vom Funktionsteil in beliebigen Formen durch entsprechende formgebende Bearbeitung herstellbar ist und durch das Anschweißen an das Funktionsteil dann die endgültige Welle hergestellt wird. Damit entfallen auch bei der Formgebung des Antriebsteils Rücksichtnahmen auf die Form desselben, die dadurch, daß dieses — wie aus dem Stand der Technik bekannt — in einem Stück mit dem Funktionsteil gegossen werden soll, bedingt sind.

Ferner ist man bei der erfindungsgemäßen Lösung frei in der Werkstoffwahl. Man kann das Funktionsteil aus einem ersten, für diese Funktion geeigneten Werkstoff herstellen und das Antriebsteil aus einem zweiten für diesen geeigneten Werkstoff, so daß beispielsweise eine Gewichtsersparnis bei der erfindungsgemäßen Welle möglich ist.

Darüberhinaus bietet die erfindungsgemäße Lösung auch den Vorteil das Funktionsteil nach anderen Produktionsverfahrensschritten herzustellen als das Antriebsteil und beide nach diesen unterschiedlichen Verfahrensschritten miteinander zu verschweißen und lediglich die letzten Bearbeitungsschritte an der ganzen Welle durchzuführen.

Somit können Funktionsteil und Antriebsteil im wesentlichen ohne Rücksicht auf das jeweils andere Teil konzipiert sein.

Das Verschweißen des Antriebsteils mit dem Funktionsteil kann grundsätzlich in unterschiedlichster Art und Weise erfolgen. So ist beispielsweise eine Laserschweißung oder auch eine Elektronenstrahlschweißung denkbar.

Besonders vorteilhaft ist es jedoch, wenn das Antriebsteil an das Funktionsteil durch eine Reibschweißung angeschweißt ist, da dann die Ausrichtung des Antriebsteils zum Funktionsteil bereits durch das Reibschweißverfahren definiert festlegbar ist und somit Fluchtungsfehler zwischen diesen vermeidbar sind.

Alternativ zum Reibschweißen ist es auch denkbar, daß das Antriebsteil an das Funktionsteil durch eine Lichtbogenschweißung mit umlaufendem Lichtbogen angeschweißt ist. Die Lichtbogenschweißung mit umlaufendem Lichtbogen ist ebenfalls eine Schweißtechnik, die Fehlausrichtungen, beispielsweise auch durch ungleichmäßige Erwärmung von Antriebsteil und Funktionsteil, vermeidet dadurch, daß durch den umlaufenden Lichtbogen eine sehr gleichmäßige Schweißung erfolgt.

Hinsichtlich der Form des Antriebsteils wurden bislang keine näheren Angaben gemacht. So ist es besonders vorteilhaft, wenn das Antriebsteil einen Antriebsflansch umfaßt.

Insbesondere, um bei modernen Wellen für Verbrennungsmotoren Gewicht zu sparen, ist es vorteilhaft, wenn der Antriebsflansch als Antriebsrad ausgebildet ist, was bei der erfindungsgemäß aufgebauten Welle problemlos möglich ist.

Ferner ist vorteilhafterweise vorgesehen, daß das Antriebsteil einen Anschlußstutzen umfaßt, mit welchem dieses an das Funktionsteil anschweißbar ist.

Insbesondere bei all denjenigen Wellen für Verbrennungsmotoren, in welche Zusatzeinrichtungen, wie z. B. Verstelleinrichtungen, eingebaut werden sollen oder bei welchen Gewicht gespart werden soll, ist es vorteilhaft, wenn das Antriebsteil eine in dieses axial eindringende zentrale Ausnehmung aufweist, welche vorzugsweise von seiten des Antriebsflansches oder des Antriebsrades in das Antriebsteil eindringt.

Besonders zweckmäßig ist es dabei, wenn die zentrale Ausnehmung das Antriebsteil axial vollständig durchsetzt.

Bei der erfindungsgemäßen Welle ist es ebenfalls in einfacher Weise möglich, die zentrale Ausnehmung so auszubilden, daß diese ein Innenformschlußelement aufweist.

Des weiteren ist vorteilhafterweise vorgesehen, daß das Antriebsteil eine Aufnahme für ein Axiallager für die Welle aufweist. Diese Aufnahme kann dadurch, daß eine von dem Funktionsteil unabhängige Formgebung des Antriebsteils möglich ist, in besonders kostengünstiger Weise am Antriebsteil hergestellt werden.

Vorzugsweise ist die Aufnahme so ausgebildet, daß sie eine Ringfläche und insbesondere auch eine Zylinderfläche aufweist, an welchen sich das Axiallager abstützt.

Dadurch, daß das Antriebsteil unabhängig von dem Funktionsteil herstellbar ist, wird bei der erfindungsgemäßen Lösung die Möglichkeit geschaffen, daß das Antriebsteil aus Stahl hergestellt ist.

Günstig ist es dabei, wenn das Antriebsteil aus Baustahl hergestellt ist.

Besonders vorteilhaft ist die Herstellung des Antriebsteils aus Einsatzstahl oder vergütbarem Stahl oder Nitrierstahl, da sich mit derartigen Stählen in einfacher Weise an Teilen des Antriebsteils die Bauteileigenschaften verbessern lassen.

Alternativ zur Herstellung des Antriebsteils aus Stahl ist es vorteilhaft, wenn das Antriebsteil aus Grauguß hergestellt ist.

Vorzugsweise wird ein Grauguß mit Kugelgraphit

verwendet.

Besonders bei Verwendung von Grauguß für das Antriebsteil ist es vorteilhaft, wenn dieser Grauguß schalenhartgußfreier Grauguß ist.

Eine Alternative der erfindungsgemäßen Lösung sieht vor, daß das Funktionsteil gegossen ist. Besonders bevorzugt ist ein Ausführungsbeispiel, bei welchem das Funktionsteil aus Grauguß hergestellt ist.

Dieser Grauguß ist günstigerweise ein Grauguß mit Kugelgraphit.

Alternativ dazu ist es aber auch denkbar, einen Grauguß mit lamellarem Graphit, vorzugsweise mit feinelamellarem Graphit und besonders bevorzugt mit D-Graphit zu verwenden.

Da beim Funktionsteil ebenfalls in besonders stark belasteten Bereichen eine Härtung erforderlich ist, ist vorzugsweise vorgesehen, daß das Funktionsteil umschmelzgehärtet ist.

Alternativ zum Herstellen des Funktionsteils als umschmelzgehärtetes Teil ist es ebenfalls günstig, wenn das Funktionsteil aus Schalenhartguß hergestellt ist.

Eine Alternative zu einem gegossenen Funktionsteil ist ein solches aus Stahl. Dies bietet produktionstechnische Vorteile, da Stahl durch automatisierbare Verfahren, insbesondere spanabhebende Verfahren, formgebend bearbeitbar ist.

Vorzugsweise wird als Stahl Baustahl verwendet.

Die Eigenschaften dieses Baustahls, insbesondere die Verschleißfestigkeit, können durch die Verwendung von Einsatzstahl und Nitrierstahl verbessert werden.

Es lassen sich aber auch vorteilhafte Eigenschaften erreichen, wenn der Stahl ein Werkzeugstahl ist.

Insbesondere dann, wenn die erfindungsgemäße Welle durch Reibschweißen zwischen dem Antriebsteil und dem Funktionsteil hergestellt ist, besteht die Möglichkeit, diese beiden stumpf gegeneinander zu schweißen. Noch besser ist es jedoch, insbesondere um die Qualität der Schweißung einstellbar und reproduzierbar zu machen, wenn das Funktionsteil ein dem Antriebsteil zugewandtes hohles Ende aufweist, wobei in diesem Fall außerdem das Antriebsteil vorzugsweise mit der zentralen Ausnehmung versehen ist, so daß jeweils Ringflächen miteinander verschweißt werden.

Im einfachsten Fall ist dabei vorgesehen, daß das Funktionsteil eine dem Antriebsteil zugewandte Sackbohrung aufweist.

Zur Gewichtsersparnis ist es dabei aber ebenfalls denkbar, wenn das Funktionsteil ein dem Antriebsteil abgewandtes hohles Ende aufweist, oder es ist auch bei extremer Gewichtsersparnis denkbar, daß das Funktionsteil eine dieses in axialer Richtung durchsetzende Ausnehmung aufweist.

Bei einem im Rahmen der erfindungsgemäßen Lösung besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, daß die Welle eine Nockenwelle und das Funktionsteil ein Nockenteil derselben ist, wobei die Funktionselemente dann von den Nocken gebildet werden.

Die eingangs genannte erfindungsgemäße Aufgabe wird aber auch bei einem Verfahren der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das Antriebsteil und das Funktionsteil getrennt herstellbare Teile sind und daß das Antriebsteil durch Schweißen an das Funktionsteil angefügt wird. Dieses erfindungsgemäße Verfahren führt zu einer Welle mit den vorstehend bereits genannten Vorteilen.

Besonders bevorzugt ist es dabei, wenn das Antriebsteil mit dem Funktionsteil durch eine Reibschweißung

verbunden wird.

Alternativ zur Reibschweißung ist auch eine Lichtbogenschweißung mit einem umlaufenden Lichtbogen denkbar.

Bei der Herstellung des Antriebsteils ist es zweckmäßig, wenn dieses vor dem Schweißen formgebend vorbearbeitet wird.

Besonders vorteilhaft ist eine spanend formgebende Vorbearbeitung des Antriebsteils, wobei insbesondere die Möglichkeit gegeben ist, das Antriebsteil beidseitig formgebend vorzubearbeiten.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht dabei vor, daß das Antriebsteil nach dem Schweißen formgebend fertigbearbeitet wird, da dann die erfindungsgemäße Welle als Ganzes zur Fertigbearbeitung in entsprechenden Aufnahmen gehalten werden kann.

Alternativ dazu ist es aber auch denkbar, daß das Antriebsteil vor dem Schweißen formgebend fertigbearbeitet wird und daß nach dem Schweißen beispielsweise eine Fertigbearbeitung des Funktionsteils durch Aufnahme oder Spannen am fertigbearbeiteten Antriebsteil erfolgt.

In all den Fällen, in welchen die Fertigbearbeitung nach dem Schweißen erfolgt, wird vorzugsweise so vorgegangen, daß das Antriebsteil nach dem Schweißen durch Spannen der Welle am Funktionsteil fertigbearbeitet wird.

Hinsichtlich der Bearbeitung des Funktionsteils selbst wurden bislang keine näheren Angaben gemacht. So sieht eine denkbare Vorgehensweise vor, daß das Funktionsteil nach dem Anfügen an das Antriebsteil spanend formgebend bearbeitet wird, wobei diese Bearbeitung insbesondere eine Fertigbearbeitung ist, bei welcher vorzugsweise mindestens das Funktionsteil spanend fertigbearbeitet, beispielsweise fertiggeschliffen, wird.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung besteht die Möglichkeit, daß eine spanende formgebende Bearbeitung des Funktionsteils erst nach dem Anschweißen des Antriebsteils erfolgt.

Alternativ dazu ist es aber auch möglich, daß das Funktionsteil vor dem Anfügen an das Antriebsteil weitgehend spanend formgebend vorbearbeitet, beispielsweise vorgeschliffen, wird.

Besonders dann, wenn das Antriebsteil noch zusätzlich eine dieses axial vollständig durchsetzende zentrale Aufnehmung aufweist, bietet das erfindungsgemäße Verfahren den großen Vorteil, daß vor dem Schweißen die das Antriebsteil axial durchsetzende zentrale Ausnehmung durch Räumen bearbeitet wird, wobei insbesondere an die Bearbeitung eines Innenformschlußelements gedacht ist.

Im Rahmen der bisherigen Beschreibung des erfindungsgemäßen Verfahrens wurden keine näheren Ausführungen zur Bearbeitung der Schweißverbindung gemacht. Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn die Schweißverbindung nach dem Schweißen durch Erwärmen zur Verlangsamung des Abkühlens und damit zur Härteverminderung thermisch entspannt wird. Diese Vorgehensweise bringt insbesondere dann große Vorteile, wenn das Antriebsteil und das Funktionsteil aus unterschiedlichen Materialien sind oder wenn das Antriebsteil und das Funktionsteil aus sich beim Schweißen härtenden Materialien sind.

Als besonders zweckmäßig hat es sich dabei erwiesen, wenn die Schweißverbindung zum Entspannen induktiv erwärmt wird.

Schließlich hat es sich als zweckmäßig erwiesen, wenn

die Schweißverbindung spanabhebend nachbearbeitet wird, um beispielsweise einen Schweißwulst zu entfernen.

Weitere Merkmale und Vorteile der erfindungsgemäßen Welle sowie des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung derselben sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung sowie der zeichnerischen Darstellung einiger Ausführungsbeispiele. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine Draufsicht auf einen Teil eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Welle;

Fig. 2 einen Längsschnitt durch das erste Ausführungsbeispiel in Fig. 1 und

Fig. 3 eine Teilansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Welle.

Ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Welle, ausgebildet als Nockenwelle, umfaßt ein als Ganzes mit 10 bezeichnetes Nockenteil, an welchem Nocken 12 angeformt sind.

Dieses Nockenteil ist vorzugsweise aus Kugelgraphit aufweisendem Grauguß in Form von Schalenhartguß hergestellt.

An dem Nockenteil 10 ist durch eine Schweißverbindung 14 ein als Ganzes mit 16 bezeichnetes Antriebsteil gehalten, welches einen Antriebsflansch 18 aufweist, an welchem ein Antriebsrad 20 befestigbar ist. Von diesem Antriebsflansch weg erstreckt sich in Richtung des Nockenteils ein als Ganzes mit 22 bezeichneter Anschlußstutzen, welcher an den Antriebsflansch 18 unmittelbar angeformt ist und sich bis zur Schweißverbindung 14 erstreckt. Dieser Anschlußstutzen umfaßt eine als Ganzes mit 24 bezeichnete Aufnahme für ein Axiallager der Nockenwelle, welche eine Zylinderfläche 26 und zwei einander gegenüberliegende und die Zylinderfläche 26 begrenzende Ringflächen 28 und 30 aufweist.

Ferner umfaßt das Antriebsteil 16, wie in Fig. 2 dargestellt, eine zentrale Ausnehmung 32, welche sich coaxial zu einer Achse 34 des Antriebsteils 16 in dieses hinein erstreckt, und zwar von seiten des Antriebsflansches 18 bis zur Schweißverbindung 14. Im Anschluß an den Antriebsflansch ist dabei die Ausnehmung 32 mit einer als Innenformschlußelement dienenden Verzahnung 36 versehen, in welche beispielsweise Zusatzaggregate zu der Nockenwelle, vorzugsweise eine Nockenverstellung mit Gegenformschlußelementen, einsetzbar sind.

An die Ausnehmung 32 schließt sich eine endseitige Ausnehmung 38 des Nockenteils an, welche sich coaxial zu einer Rotationsachse 40 in ein als Ganzes mit 42 bezeichnetes vorderes Ende des Nockenteils 10 hinein erstreckt, und zwar bis zu einem Boden 44, welcher die endseitige Ausnehmung 38 abschließt. Dabei hat vorzugsweise die endseitige Ausnehmung 38 denselben Durchmesser wie die Ausnehmung 32.

Im verschweißten Zustand sind das Antriebsteil 16 und das Nockenteil 10 coaxial zueinander ausgerichtet, so daß die Achsen 34 und 40 zusammenfallen.

Das Antriebsteil 16 ist seinerseits vorzugsweise aus vergütetem Baustahl hergestellt und durch eine Reibschweißung mit dem Nockenteil 10 verschweißt, wobei das Antriebsteil 16 und das Nockenteil mit einander zugewandten stumpfen Stirnflächen 48 bzw. 50 gegeneinander gepreßt und geschweißt sind, und ein Schweißwulst 46, welcher die Schweißverbindung 14 umgibt, entsteht.

Bei einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel wird das Nockenteil 10 aus Kugelgraphitguß mit einer perlitischen Matrix hergestellt, wobei das Graugußbeisen mit Kugelgraphit folgende Zusammensetzung

aufweist:

C	3,60	—3,90%
Si	1,90	—2,60%
Mn	0,10	—0,50%
P	0,04	—0,10%
S	0,005	—0,015%
Cr	0,05	—0,15%
Cu	0,25	—0,50%

und wobei die carbidstabilisierenden Spurenelemente wie Wismuth, Zinn, Selen, Tellur, Antimon, Molybdän, Vanadium und Titan eine Summenkonzentration von mehr als 0,15 % aufweisen.

Bei einem dritten Ausführungsbeispiel, dargestellt in Fig. 3, sind insoweit, als dieses dieselben Teile wie das erste Ausführungsbeispiel aufweist, dieselben Bezugszeichen verwendet, so daß diesbezüglich auf die Ausführungen zum ersten Ausführungsbeispiel verwiesen werden kann.

Im Gegensatz zum ersten Ausführungsbeispiel ist allerdings anstelle des Antriebsflansches 18 unmittelbar ein Antriebsrad 60 an den Anschlußstutzen 22 angeformt, so daß das Antriebsteil 16 selbst unmittelbar das Antriebsrad 60 aufweist.

Beide Ausführungsbeispiele werden vorzugsweise so hergestellt, daß das Nockenteil 10 gegossen und das Antriebsteil 18 durch spanende Bearbeitung formgebend vorbearbeitet wird. Dieses vorbearbeitete Antriebsteil 16 und das gegossene Nockenteil 10 werden anschließend durch die Reibschweißung miteinander verbunden, wobei der Schweißwulst 46 entsteht.

Die nunmehr zusammengefügte Nockenwelle wird im Bereich der Schweißverbindung 14 soweit erforderlich entspannt, wozu möglichst unmittelbar nach dem Reibschweißen die Nockenwelle in eine separate Position überführt, die Schweißverbindung 14 induktiv erwärmt und langsam zur Härteverminderung abgekühlt wird.

Anschließend erfolgt ein spanabhebendes Nachbearbeiten der Schweißverbindung 14, insbesondere des Schweißwulstes 46.

Bei der nunmehr als Ganzes vorliegenden Nockenwelle wird zuerst das Nockenteil, insbesondere die Nocken, durch die üblichen bekannten Schleifverfahren fertigbearbeitet, so daß der Nockenteil 10 in seiner endgültig geschliffenen Form vorliegt.

Durch Aufnahme des fertigbearbeiteten Nockenteils 10 wird nunmehr die Fertigbearbeitung des Antriebsteils 16 durch Überdrehen oder Schleifen desselben vorgenommen, so daß schließlich die Nockenwelle in fertigbearbeitetem Zustand vorliegt, bei welcher sämtliche Abmessungen die gleichen Toleranzen aufweisen, wie bei einer aus einem Stück gegossenen und bearbeiteten bekannten Nockenwelle.

Patentansprüche

1. Welle für Verbrennungsmotoren, insbesondere Nocken- oder Kurbelwellen mit einem Funktionselemente aufweisenden Funktionsteil und einem an dem Funktionsteil gehaltenen Antriebsteil, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebsteil (16) und das Funktionsteil (10) getrennte Teile sind und daß das Antriebsteil (16) an dem Funktionsteil (10) durch Schweißen angefügt ist.
2. Welle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

- daß das Antriebsteil (16) an das Funktionsteil (10) durch eine Reibschweißung angeschweißt ist.
3. Welle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebsteil (16) an das Funktionsteil (10) durch eine Lichtbogenschweißung mit umlaufendem Lichtbogen angeschweißt ist.
4. Welle nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebsteil (16) einen Antriebsflansch (18) umfaßt.
5. Welle nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsflansch als Antriebsrad (60) ausgebildet ist.
6. Welle nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebsteil (16) einen Anschlußstutzen (22) umfaßt, mit welchem dieses an das Funktionsteil (10) anschweißbar ist.
7. Welle nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebsteil (16) eine in dieses axial eindringende zentrale Ausnehmung (32) aufweist.
8. Welle nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die zentrale Ausnehmung (32) ein Innenformschlußelement (36) aufweist.
9. Welle nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebsteil (16) eine Aufnahme (24) für ein Axiallager für die Welle aufweist.
10. Welle nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebsteil (16) aus Stahl hergestellt ist.
11. Welle nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebsteil (16) aus Baustahl hergestellt ist.
12. Welle nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebsteil (16) aus Einsatzstahl hergestellt ist.
13. Welle nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebsteil (16) aus vergütbarem Stahl hergestellt ist.
14. Welle nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebsteil (16) aus Nitrierstahl hergestellt ist.
15. Welle nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebsteil (16) aus Grauguß hergestellt ist.
16. Welle nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebsteil (16) aus Grauguß mit Kugelgraphit hergestellt ist.
17. Welle nach einem der Ansprüche 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebsteil (16) aus schalenhartgußfreiem Grauguß hergestellt ist.
18. Welle nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Funktionsteil (10) aus Grauguß hergestellt ist.
19. Welle nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Funktionsteil (10) aus Grauguß mit Kugelgraphit hergestellt ist.
20. Welle nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Funktionsteil (10) aus Grauguß mit lamellarem Graphit hergestellt ist.
21. Welle nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Funktionsteil (10) aus Grauguß mit feinlamellarem Graphit hergestellt ist.
22. Welle nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß das Funktionsteil (10) aus Grauguß mit D-Graphit hergestellt ist.
23. Welle nach einem der Ansprüche 18 bis 22, da-

- durch gekennzeichnet, daß das Funktionsteil (10) aus umschmelzhärtbarem Grauguß hergestellt ist.
24. Welle nach einem der Ansprüche 18 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß das Funktionsteil (10) aus Schalenhartguß hergestellt ist.
25. Welle nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Funktionsteil (10) aus Stahl hergestellt ist.
26. Welle nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß das Funktionsteil (10) aus Baustahl hergestellt ist.
27. Welle nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß das Funktionsteil (10) aus Einsatzstahl hergestellt ist.
28. Welle nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß das Funktionsteil (10) aus Nitrierstahl hergestellt ist.
29. Welle nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß das Funktionsteil (10) aus Werkzeugstahl hergestellt ist.
30. Welle nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Funktionsteil (10) ein dem Antriebsteil (16) zugewandtes hohles Ende (42) aufweist.
31. Welle nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Welle eine Nockenwelle und das Funktionsteil ein Nockenteil (10) derselben ist.
32. Verfahren zum Herstellen einer Welle für Verbrennungsmotoren, insbesondere Nocken- oder Kurbelwellen, aus einem Funktionselemente aufweisenden Funktionsteil und einem an dem Funktionsteil gehaltenen Antriebsteil, insbesondere nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebsteil und das Funktionsteil getrennt hergestellte Teile sind und daß das Antriebsteil durch Schweißen an das Funktionsteil angefügt wird.
33. Verfahren nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebsteil mit dem Funktionsteil durch eine Reibschweißung verbunden wird.
34. Verfahren nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebsteil mit dem Funktionsteil durch eine Lichtbogenschweißung mit umlaufendem Lichtbogen verbunden wird.
35. Verfahren nach einem der Ansprüche 32 bis 34, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebsteil vor dem Schweißen formgebend vorbearbeitet wird.
36. Verfahren nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebsteil vor dem Schweißen spanend formgebend vorbearbeitet wird.
37. Verfahren nach einem der Ansprüche 32 bis 36, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebsteil nach dem Schweißen formgebend fertigbearbeitet wird.
38. Verfahren nach Anspruch 37, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebsteil nach dem Schweißen durch Spannen der Welle am Funktionsteil fertigbearbeitet wird.
39. Verfahren nach einem der Ansprüche 32 bis 36, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebsteil vor dem Schweißen formgebend fertigbearbeitet wird.
40. Verfahren nach einem der Ansprüche 32 bis 39, dadurch gekennzeichnet, daß das Funktionsteil nach dem Anfügen an das Antriebsteil spanend formgebend bearbeitet wird.
41. Verfahren nach Anspruch 40, dadurch gekennzeichnet, daß das Funktionsteil nach dem Anschweißen an das Antriebsteil fertigbearbeitet

wird.

42. Verfahren nach Anspruch 41, dadurch gekennzeichnet, daß das Funktionsteil nach dem Anschweißen an das Antriebsteil mindestens fertiggeschliffen wird.

5

43. Verfahren nach einem der Ansprüche 32 bis 42, dadurch gekennzeichnet, daß das Funktionsteil vor dem Anschweißen an das Antriebsteil spanend formgebend vorbearbeitet wird.

44. Verfahren nach Anspruch 43, dadurch gekennzeichnet, daß das Funktionsteil vor dem Anschweißen an das Antriebsteil vorgeschliffen wird.

10

45. Verfahren nach einem der Ansprüche 32 bis 44, dadurch gekennzeichnet, daß die gefügte Schweißverbindung durch Erwärmen und langsames Abkühlen zur Härteverminderung entspannt wird.

15

46. Verfahren nach Anspruch 45, dadurch gekennzeichnet, daß die gefügte Verbindung induktiv erwärmt wird.

47. Verfahren nach einem der Ansprüche 32 bis 46, dadurch gekennzeichnet, daß die gefügte Verbindung spanabhebend nachbearbeitet wird.

20

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

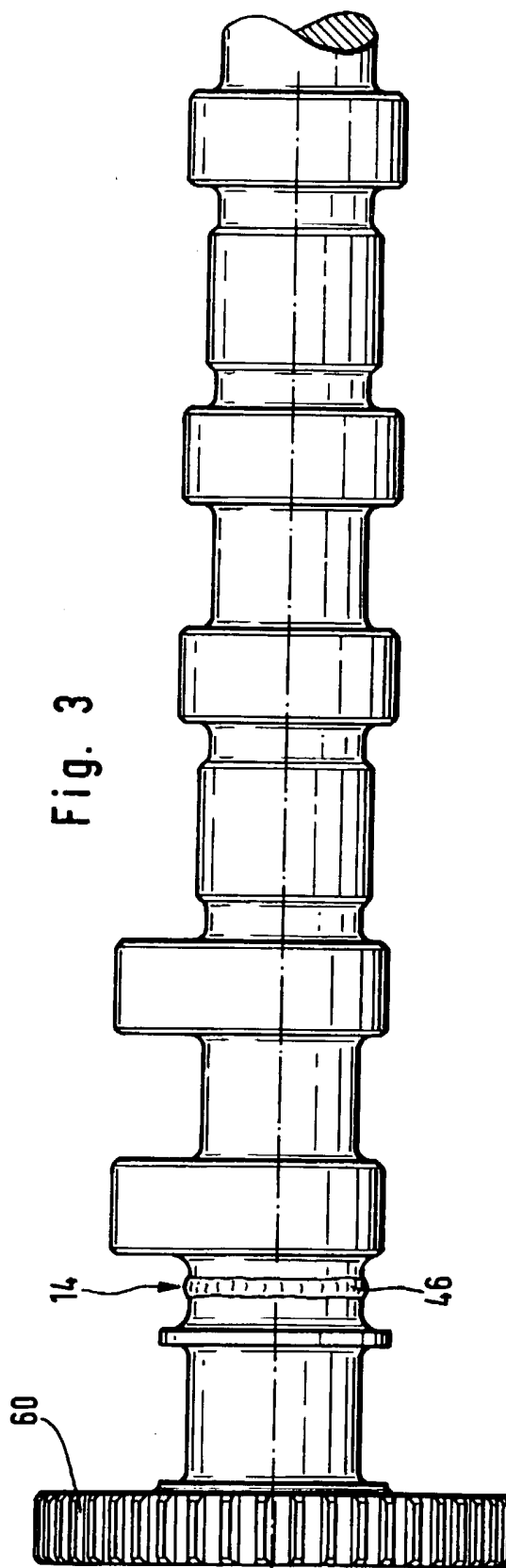
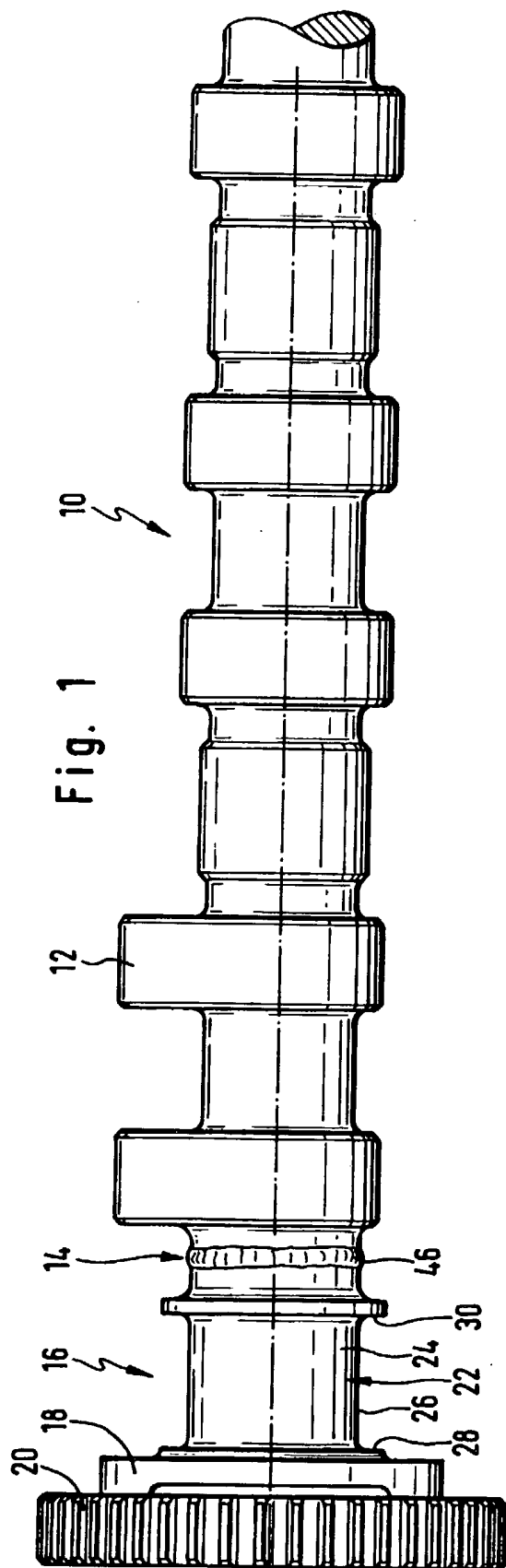


Fig. 2

